

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. November 2009 (19.11.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/138380 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**B60J 5/04** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/055667

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Mai 2009 (11.05.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 023 750.7 15. Mai 2008 (15.05.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **IWS INGENIEURGESELLSCHAFT WEINER & SCHRÖTER MBH** [DE/DE]; Marie-Curie-Straße 6, 47475 Kamp-Lintfort (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHRÖTER, Oliver** [DE/DE]; Kluse 4, 45470 Mülheim a. d. Ruhr (DE).

(74) Anwälte: **FRANK, Hartmut** et al.; Demski, Frank & Nobbe, Reichspräsidentenstr. 21-25, 45470 Mülheim a. d. Ruhr (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

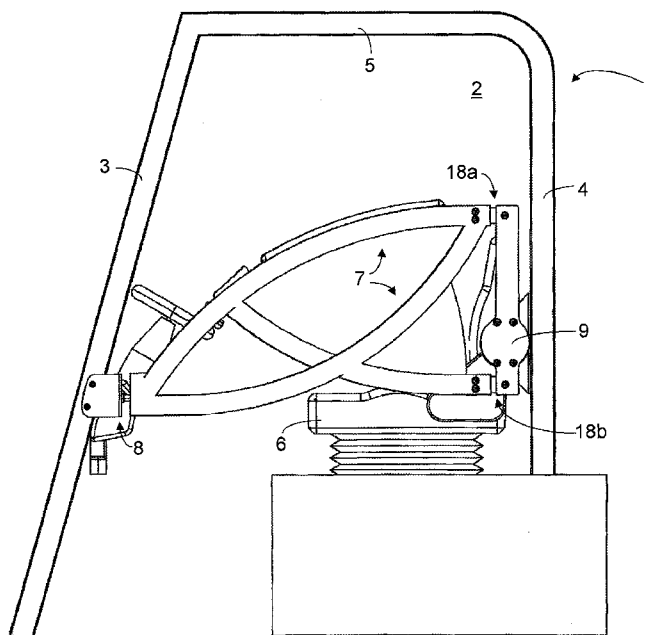
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVER PROTECTION SYSTEM FOR A VEHICLE

(54) Bezeichnung: FAHRERSCHUTZSYSTEM FÜR EIN FAHRZEUG

**Fig. 1a**



(57) Abstract: The invention relates to a driver protection system for a vehicle, comprising a restraining frame (7) which can be pivoted about a pivoting axis between a securing position, in which the restraining frame (7) secures a driver from falling out of the vehicle and a release position, in which the restraining frame (7) allows the driver to exit the vehicle. In the release position, the restraining frame (7) is offset in the direction of the pivoting axis in relation to the securing position.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/138380 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

Die Erfindung betrifft ein Fahrerschutzsystem für ein Fahrzeug, mit einem Rückhaltebügel (7), der zwischen einer Sicherungsstellung, in welcher der Rückhaltebügel (7) einen Fahrer gegen Herausfallen aus dem Fahrzeug sichert, und einer Freigabestellung, in welcher der Rückhaltebügel (7) ein Aussteigen des Fahrers aus dem Fahrzeug ermöglicht, um eine Schwenkachse schwenkbar ist, wobei der Rückhaltebügel (7) in der Freigabestellung relativ zu der Sicherungsstellung in Richtung der Schwenkachse versetzt ist.

## Fahrerschutzsystem für ein Fahrzeug

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

5

#### Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrerschutzsystem für ein Fahrzeug, insbesondere für ein Nutzfahrzeug wie z.B. einen Gabelstapler, einen Schlepper oder eine Bau- oder Landmaschine.

10

#### Stand der Technik

In Nutzfahrzeugen wie Gabelstaplern sind zum Schutz des Fahrers vor Verletzungen z.B. bei last- und zentrifugalkraftbedingten Unfällen oder fahrbahnbedingtem Kippen des Fahrzeuges diverse Fahrerschutzsysteme bekannt.

15

Aus EP 1 305 192 B1 ist ein Fahrerschutzsystem bekannt, welches einen Bürgelrahmen umfasst, der an einem Holm des Fahrzeuges mit einem Scharnier angelenkt ist und an dem anderen Holm mittels eines Verriegelungssystems gehalten wird. Dieses System hat sich in der Praxis im Hinblick auf die auch bei unterschiedlichen Körpergrößen erzielte zuverlässige Schutzwirkung unter Gewährleistung einer ausreichenden Bewegungsfreiheit des Fahrers gut bewährt.

20

25

Gerade bei Gabelstaplern besteht in der Praxis ferner mitunter der Bedarf, das Fahrzeug bzw. Fahrerschutzsystem auch unter beengten Platzverhältnissen öffnen zu können. So kann beispielsweise ein Gabelstaplerfahrer zur Entnahme von Waren aus Blocklagern mit neben-, hinter- und übereinander gestapelten Paletten das Fahrzeug in Bereiche steuern, in denen die zur Verfügung stehende Breite im Wesentlichen nur einer Palettenbreite entspricht. Ähnlich beengte Platzverhältnisse können beispielsweise auch beim Be- und Entladen der Ladebühne eines LKWs vorliegen.

30

Beengte Platzverhältnisse bestehen auch während des elektrischen Aufladevorganges von Elektrostaplern, da hierbei die Fahrzeuge in der Regel an den jeweiligen Ladestationen dicht nebeneinander aufgestellt und an zueinander  
5 dicht benachbarte Ladegeräte angeschlossen werden. Da während dieses Ladevorganges mitunter die Fahrzeughäube vorübergehend geöffnet werden muss, um ein Entweichen von Ladegasen zu ermöglichen, wobei dann das Fahrerschutzsystem gegebenenfalls hinderlich ist, kann auch in solchen Situationen eine Öffnungsoption des Fahrerschutzsystems unter beengten Platzver-  
10 hältnissen wünschenswert sein.

Aus z.B. DE 200 20 521 U1 ist eine Sicherheitseinrichtung für Fahrzeuge bekannt, bei der ein Verschwenken von Schutzbügeln um eine horizontal quer zur Fahrtrichtung bzw. zur Fahrzeuglängsrichtung verlaufende Achse erfolgt,  
15 wobei die Schutzbügel in Ruhestellung in etwa vertikal und in Sicherungsstellung in etwa horizontal stehen.

Derartige bekannte Systeme haben jedoch den Nachteil, dass entweder der Schutzbügel relativ kurz gehalten werden muss, um beim Öffnen des Schutzbügels ein Anstoßen am oberen Dachholm zu vermeiden, wodurch der  
20 Schutzbereich für den Fahrer in der Sicherungsstellung verkleinert wird, oder dass zur Ermöglichung der Schwenkbewegung die vorhandenen Schutzbügel bereits in Sicherungsstellung seitlich über die Fahrzeugkontur hinausragen und damit gerade unter beengten Platzverhältnissen vom Fahrer beschädigt oder  
25 sogar abgefahren werden können.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

30 Vor dem obigen Hintergrund ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fahrerschutzsystem für ein Fahrzeug bereitzustellen, welches auch unter beengten Platzverhältnissen ein vorübergehendes Aussteigen des Fahrers er-

möglichst und zugleich in der Sicherungsstellung weiterhin eine zuverlässige Schutzwirkung gewährleistet.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruches 1 gelöst.

Ein Fahrerschutzsystem für ein Fahrzeug weist einen Rückhaltebügel auf, der zwischen einer Sicherungsstellung, in welcher der Rückhaltebügel einen Fahrer gegen Herausfallen aus dem Fahrzeug sichert, und einer Freigabestellung, in welcher der Rückhaltebügel ein Aussteigen des Fahrers aus dem Fahrzeug ermöglicht, schwenkbar ist, wobei der Rückhaltebügel in der Freigabestellung relativ zu der Sicherungsstellung in Richtung der Schwenkachse versetzt ist.

Dadurch, dass gemäß der Erfindung eine unter beengten Platzverhältnissen vorteilhafte Überführung des Rückhaltebügels in die Freigabestellung mittels der Schwenkbewegung um eine Schwenkachse (welche insbesondere gemäß einer Ausführungsform quer zur Fahrzeuginnenraumrichtung verläuft) mit einer in Richtung bzw. entlang der Schwenkachse erfolgenden Versetzung des Rückhaltebügels kombiniert wird, wird erreicht, dass die besagte Schwenkung des Rückhaltebügels in die Freigabestellung erfolgen kann, ohne dass sich hierzu der Rückhaltebügel bereits in seiner Sicherungsstellung ganz oder auch nur teilweise außerhalb der Fahrzeugkontur befinden muss. Einer etwaigen Behinderung der Schwenkbewegung durch sicherheitsrelevante oder dem Komfort dienende Anbauteile des Rückhaltebügels muss bei dem erfindungsgemäßen Fahrerschutzsystem nicht bereits in der Sicherungsstellung (also etwa im Fahrbetrieb) Rechnung getragen werden, sondern eine Behinderung der Schwenk- bzw. Aufwärtsbewegung kann durch die axiale Versetzung vermieden werden.

Die Formulierung, wonach der Rückhaltebügel in Richtung der Schwenkachse versetzt ist, ist hier und im Folgenden so zu verstehen, dass von der Erfindung auch noch gewisse Abweichungen (z.B. von weniger als 10°, bevorzugt weniger als 5°, noch bevorzugter weniger als 2°) zwischen der Richtung, in der die

Versetzung erfolgt, und der exakten Lage der Schwenkachse umfasst werden. Des Weiteren können die jeweiligen Achsen der Schwenkbewegung und der Versetzung auch sowohl vertikal als auch horizontal versetzt (sowie parallel zueinander) angeordnet sein.

5

Gemäß einer Ausführungsform nimmt der Rückhaltebügel in der Freigabestellung eine zumindest näherungsweise vertikale bzw. aufgerichtete Position ein. Unter der Formulierung „zumindest näherungsweise“ ist hier zu verstehen, dass hiervon auch noch gewisse Abweichungen von der Vertikalen bzw. der aufgerichteten Position um einen Winkel von maximal  $20^\circ$ , insbesondere maximal  $10^\circ$ , weiter insbesondere maximal  $5^\circ$ , umfasst werden.

10

Insbesondere kann der Rückhaltebügel in der Freigabestellung relativ zu der Sicherungsstellung im Wesentlichen aufgerichtet sein. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung nicht auf ein Aufwärtsschwenken des Rückhaltebügels zur Überführung in die Freigabestellung beschränkt ist, sondern der Rückhaltebügel gemäß einer weiteren Ausführungsform auch vom Fahrer abwärts bzw. nach unten hin weggeschwenkt werden kann. Eine solche, durch Abwärtsschwenkung des Haltebügels erreichte Position des Rückhaltebügels ist somit ebenfalls als vertikale bzw. „aufgerichtete Position“ im vorstehenden Sinne zu verstehen.

15

20

Gemäß einer Ausführungsform führt der Rückhaltebügel beim Verschwenken eine Bewegung in Richtung seiner Schwenkachse aus. Diese Bewegung kann insbesondere, wie noch näher erläutert, durch ein Kraftübertragungselement wie z.B. eine Druckfeder unterstützt werden.

25

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Schwenkbewegung des Rückhaltebügels von der Sicherungsstellung in die Freigabestellung mit einem Schwenkwinkel von  $90^\circ \pm 20^\circ$ , insbesondere von  $90^\circ \pm 10^\circ$ , weiter insbesondere von genau  $90^\circ$ .

30

Gemäß einer Ausführungsform ist die Schwenkachse gegenüber der Horizon-

talen geneigt. Dabei kann der Neigungswinkel dieser Neigung insbesondere wenigstens  $1^\circ$  betragen und liegt vorzugsweise im Bereich von  $2^\circ$  bis  $6^\circ$ .

5 Gemäß einer Ausführungsform ist der Rückhaltebügel an dem Fahrzeug derart angebracht, dass der Schwenkbewegung eine quer zur Fahrzeuglängsrichtung gerichtete Translationsbewegung des Rückhaltebügels überlagert ist. Mit anderen Worten erfolgt die Überführung des Rückhaltebügels aus der Sicherungs-  
stellung in die Freigabestellung mittels einer kombinierten Schwenk- und  
Translationsbewegung, wobei die Translationsbewegung quer zur Fahrzeug-  
10 längsrichtung bzw. axial in Richtung der Schwenkachse verläuft und dabei automatisch und gleichzeitig mit der Schwenkbewegung realisiert wird.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann die Translationsbewegung auch unabhängig bzw. getrennt von der Schwenkbewegung erfolgen, indem  
15 etwa der Rückhaltebügel zunächst aus der Sicherungsstellung axial in Richtung der Schwenkachse versetzt und erst anschließend in die aufgerichtete Position bzw. Freigabestellung geschwenkt wird.

Gemäß einer Ausführungsform befindet sich der Rückhaltebügel in der Sicherungsstellung zumindest teilweise noch innerhalb der Fahrzeugkontur. Des  
20 Weiteren kann sich der Rückhaltebügel in der Freigabestellung vollständig außerhalb der Fahrzeugkontur befinden. Dabei sollen Anordnungen von den vorstehend genannten Kriterien als mit umfasst gelten, bei denen sich der Rückhaltebügel zu einem vergleichsweise geringen relativen Anteil (z.B. bis auf weniger als 10% seiner maximalen Erstreckung in der betreffenden Richtung quer  
25 zur Fahrzeuglängsrichtung) noch außerhalb bzw. noch innerhalb der Fahrzeugkontur befindet.

Gemäß einer Ausführungsform ist zum Aussteigen des Fahrers eine seitliche  
30 Öffnung des Fahrzeuges vorgesehen, wobei sich der Rückhaltebügel in der Sicherungsstellung in Fahrzeuglängsrichtung im Wesentlichen über die gesamte Ausdehnung, welche die seitliche Öffnung auf Höhe des Rückhaltebügels aufweist, erstreckt. Auf diese Weise wird zuverlässig verhindert, dass der Fahrer

in einer gefährlichen Situation über einen nicht abgesicherten Bereich der Ausstiegsöffnung vom Fahrzeug abspringen kann. Dabei wird insbesondere vorteilhaft von der erfindungsgemäßen Wirkung Gebrauch gemacht, dass das Fahrerschutzsystem auch unter beengten Verhältnissen infolge des vorstehend beschriebenen Bewegungsablaufs beim Öffnen des Rückhaltebügels ein vorübergehendes Aussteigen des Fahrers ermöglicht. Infolgedessen ist es nicht erforderlich, zum Ermöglichen eines Aussteigens unter beengten Verhältnissen etwa durch verkürzte Ausbildung des Rückhaltebügels einen Bereich ungesichert zu lassen, und die Sicherheit wird bei dem erfindungsgemäßen System weiter erhöht. Des Weiteren kann so zur weiteren Erhöhung der Sicherheit eine Verriegelung des Rückhaltebügels in seinem in Fahrzeuginnenrichtung vorderen Bereich erfolgen, wodurch die seitliche Öffnung bzw. die Fahrzeugkontur in Fahrzeuginnenrichtung nach vorne hin vollständig abgeschlossen wird.

Gemäß einer Ausführungsform wird der Rückhaltebügel in der Sicherungsstellung an einem Holm des Fahrzeuges über ein Verriegelungssystem lösbar gehalten.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Rückhaltebügel an einem Holm des Fahrzeuges mittels wenigstens eines Federelementes, welches z.B. als Federstahlblech ausgestaltet sein kann, angelenkt, wobei dieses Federelement in der Sicherungsstellung vorgespannt ist. Dabei kann insbesondere der Rückhaltebügel durch das Federelement nach Lösen des Verriegelungssystems aus einer in Fahrzeuginnenrichtung ausgerichteten Lage in eine zumindest teilweise seitwärts geöffnete Lage überführt werden. Vorzugsweise befindet sich dabei der Rückhaltebügel in dieser zumindest teilweise seitwärts geöffneten Lage wenigstens teilweise noch innerhalb der Fahrzeugkontur.

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Versetzung bei der Überführung von der Sicherungs- in die Freigabestellung in Richtung der Schwenkachse um eine Strecke von wenigstens 15mm, bevorzugt wenigstens 30mm, weiter bevorzugt wenigstens 40mm.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Schwenkachse gegenüber der Horizontalen um einen Winkel von wenigstens  $1^\circ$ , bevorzugt im Bereich  $2^\circ$  bis  $6^\circ$ , geneigt. Dabei erfolgt diese Neigung bevorzugt (vom Fahrzeuginneren in Richtung zur Fahrzeugkontur gesehen) nach oben, falls die Überführung aus der Sicherungsstellung in die Freigabestellung wie vorstehend beschrieben mittels eines Aufwärtsschwenkens des Rückhaltebügels erfolgt. Entsprechend ist für den Fall, dass der Rückhaltebügel aus der Sicherungsstellung in die Freigabestellung vom Fahrer abwärts bzw. nach unten hin weggeschwenkt wird, die Neigung bevorzugt (vom Fahrzeuginneren bis zur Fahrzeugkontur gesehen) nach unten.

Durch die vorstehend beschriebene Neigung kann, wie im Weiteren noch detaillierter erläutert wird, erreicht werden, dass eine nach dem Lösen des Verriegelungssystems zu Beginn der Aufwärtsbewegung des Rückhaltebügels durch die Federelemente bewirkte Öffnungsbewegung des Rückhaltebügels aus der Fahrzeugkontur heraus zum Ende der Schwenkbewegung hin wieder kompensiert wird, der Rückhaltebügel mit seinem zunächst seitwärts abstehenden Abschnitt also wieder an das Fahrzeug herangeführt und eine gegebenenfalls störende Schrägstellung des Rückhaltebügels in der Freigabestellung vermieden wird.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Rückhaltebügel an dem Fahrzeug über eine die Versetzung des Rückhaltebügels in Richtung der Schwenkachse bewirkende Druckfeder befestigt.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Rückhaltebügel an dem Fahrzeug über eine Vorrichtung bzw. ein Drehführungselement befestigt, welches derart ausgelegt ist, dass es der Schwenkbewegung des Rückhaltebügels eine Translationsbewegung zur Erzielung der Versetzung bzw. axialen Bewegung des Rückhaltebügels überlagert.

Das im Weiteren noch detaillierter beschriebene Drehführungselement, welche

eine definierte Drehbewegung bzw. Rotation um eine Achse mit einer axialen Bewegung bzw. Translation entlang dieser Achse kombiniert, ist grundsätzlich für beliebige Anwendungen vorteilhaft einsetzbar und nicht auf den Einsatz im Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Fahrerschuttsystem beschränkt.

5

Die Erfindung betrifft daher gemäß einem weiteren Aspekt auch eine Vorrichtung zur Kopplung zweier Bauteile aneinander, insbesondere (jedoch nicht notwendigerweise) zur Verwendung in einem Fahrerschuttsystem mit den vorstehenden Merkmalen, mit einem ersten Teilelement zur Fixierung an einem ersten Bauteil, und einem zweiten Teilelement zur Fixierung an einem zweiten Bauteil, wobei das erste Teilelement und das zweite Teilelement derart miteinander in Wirkverbindung stehen, dass eine entlang einer Elementachse der Vorrichtung erfolgende Relativbewegung zwischen dem ersten Teilelement und dem zweiten Teilelement zwangsweise mit einer Verdrehung des ersten Teilelements und des zweiten Teilelementes relativ zueinander um die Elementachse einhergeht.

10

15

20

Gemäß einer Ausführungsform sind das erste Teilelement und das zweite Teilelement koaxial in Bezug auf eine gemeinsame Achse, welche insbesondere die Elementachse sein kann, angeordnet.

25

Gemäß einer Ausführungsform weist die Vorrichtung ferner ein Kraftübertragungselement zur Übertragung einer die Relativbewegung bewirkenden Kraft auf das erste Teilelement und das zweite Teilelement auf. Dieses Kraftübertragungselement kann beispielsweise als Druckfeder ausgestaltet sein.

30

Gemäß einer Ausführungsform ist das erste Teilelement als ein erster Hohlzylinder ausgebildet, und das zweite Teilelement ist als ein zu dem ersten Hohlzylinder konzentrisch gelagerter zweiter Hohlzylinder ausgebildet.

Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die konzentrische Lagerung des ersten Hohlzylinders in Bezug auf den zweiten Hohlzylinder über ein Kugelrollenlager.

Die Erfindung betrifft ferner auch ein Fahrzeug, insbesondere einen Gabelstapler, mit einem Fahrerschutzsystem oder mit einer Vorrichtung mit den vorstehend beschriebenen Merkmalen.

5 Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind der Beschreibung sowie den Unteransprüchen zu entnehmen. Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

## 10 KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Es zeigen:

15 Figur 1a-c schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Fahrerschutzsystems in einer ersten Stellung in Seitenansicht (Figur 1a), Rückansicht (Figur 1b) sowie Vorderansicht (Figur 1c);

20 Figur 2a-c schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Fahrerschutzsystems in einer zweiten Stellung in Seitenansicht (Figur 2a), Rückansicht (Figur 2b) sowie Vorderansicht (Figur 2c);

Figur 3 eine vergrößerte Detailansicht eines in dem Fahrerschutzsystem von Figur 1 und 2 vorhandenen Federelementes; und

25 Figur 4a-d schematische Explosionsdarstellungen zur Erläuterung des Aufbaus eines in dem Fahrerschutzsystem von Figur 1 und 2 vorhandenen Drehführungselementes in perspektivischer Ansicht (Figur 4a-b) in Seitenansicht (Figur 4c), sowie in Rückansicht (Figur 4d).

30

## BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Fig. 1a zeigt eine Seitenansicht eines Fahrerschutzdaches 1 für einen Gabelstapler mit eingebautem Fahrerschutzsystem gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Fahrerschutzdach 1 weist eine seitliche Öffnung 2 auf, welche durch einen vorderen Holm 3 (A-Säule), einen hinteren Holm 4 (B-Säule) sowie einen oberen Querholm 5 begrenzt ist, sowie einen Fahrzeugsitz 6.

Wesentlicher Bestandteil des erfindungsgemäßen Fahrerschutzsystems ist ein Rückhaltebügel 7, der in der Sicherungsstellung des Rückhaltebügels 7 über ein Verriegelungssystem 8 am vorderen Holm 3 lösbar gehalten bzw. verriegelt wird und der an seinem entgegengesetzten Endabschnitt über ein anhand von Fig. 4a-d noch detaillierter erläutertes Drehführungselement 10 und ein mit diesem Drehführungselement 10 fest verbundenes Trägerelement 9 derart an dem Fahrzeug (insbesondere über das Trägerblech 19 am hinteren Holm 4) angebracht ist, dass der Rückhaltebügel 7 aus der in Fig. 1a gezeigten Stellung um eine quer zur Fahrtrichtung bzw. Fahrzeuglängsrichtung verlaufende, nahezu horizontale Schwenkachse bis in die in Fig. 2a dargestellte Freigabestellung, welche ein Aussteigen des Fahrers ermöglicht, schwenkbar ist, wobei der Rückhaltebügel 7 zudem in der Freigabestellung in Richtung (d.h. entlang) der Schwenkachse versetzt ist.

Die Anlenkung des Rückhaltebügels 7 an dem Fahrzeug an seinem dem Verriegelungssystem 8 in der Sicherungsstellung entgegengesetzten Endabschnitt (also die Anlenkung insbesondere am Holm 4) erfolgt, wie in Fig. 3 schematisch dargestellt ist, anhand von Federelementen 18, welche im Ausführungsbeispiel als im Wesentlichen laschenförmige Federstahlbleche ausgestaltet sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind zwei solcher Federelemente 18 vorgesehen, welche zueinander identisch und wie in Fig. 3 dargestellt ausgestaltet sind und den Rückhaltebügel 7 an den in Fig. 1a mit 18a und 18b be-

zeichneten Positionen an beiden Endabschnitten des Trägerelementes 9 über Schraubenverbindungen fixieren.

5 Dabei sind die Federelemente 18 bei geschlossenem Verriegelungssystem 8 derart unter Spannung gehalten, dass sie bei Öffnen des Verriegelungssystems 8 unter Rückkehr in ihre ursprüngliche entspannte Position den Rückhaltebügel 7 um wenige Grad (im Ausführungsbeispiel unter einem Winkel von etwa 5°) öffnen, so dass der Rückhaltebügel 7 nach dieser Öffnungsbewegung in der in Fig. 1a gezeigten Stellung in seinem dem Verriegelungssystem 8 zu-  
10 gewandten, d.h. in Fahrtrichtung vorderen Bereich unter einem Winkel um etwa 5° seitlich nach außen absteht bzw. aus der Fahrzeug- bzw. Kabinenkontur herausragt. In seinem entgegengesetzten Abschnitt befindet sich der Rückhaltebügel 7 in diesem Stadium bzw. mit seinen in diesem Bereich vorhandenen Anbauteilen noch innerhalb der Kabinenkontur, so dass ohne weitere Maß-  
15 nahmen eine Schwenkbewegung in die Freigabestellung von Fig. 2a-c noch nicht möglich wäre.

Um diese Schwenkbewegung trotz der zumindest teilweise innerhalb der Fahrzeugkontur befindlichen Stellung des Rückhaltebügels 7 im Stadium von Fig. 1a-c zu ermöglichen, wird erfindungsgemäß der Schwenkbewegung des Rückhaltebügels 7 an dem Fahrzeug zum Erreichen der Freigabestellung von Fig. 2a-c eine Translationsbewegung des Rückhaltebügels 7 quer zur Fahrtrichtung bzw. Fahrzeuglängsrichtung überlagert. Diese Kombination aus Schwenkbewegung und Translationsbewegung erfolgt im Ausführungsbeispiel  
20 über ein Drehführungselement 10, dessen Aufbau und Funktion im Weiteren unter Bezugnahme auf Fig. 4a-d erläutert wird.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4a-d sind Bestandteile des Drehführungselementes 10 insbesondere ein innerhalb eines ersten Hohlzylinders 11  
30 konzentrisch zu diesem gelagerter zweiter Hohlzylinder 12, wobei diese Lagerung als Kugelrollenlagerung über in auf der Außenfläche des zweiten Hohlzylinders 12 befindlichen Rillen 12a angeordnete Kugeln 16 erfolgt, die über entsprechend in ihrem Stirnabschnitt halbkugelförmig ausgeformte und am ersten

Hohlzylinder 11 in Gewindebohrungen 11a eingebrachte Schrauben 17 abgestützt werden. Durch diesen Aufbau wird ein Kugelrollenlager geschaffen, bei dem eine axiale Relativbewegung zwischen dem ersten Hohlzylinder 11 und dem zweiten Hohlzylinder 12 entlang der gemeinsamen Längsachse, welche die Elementachse des Drehführungselementes 10 bildet, mit einer Drehbewegung des ersten Hohlzylinders 11 um die Elementachse bei feststehendem zweiten Hohlzylinder 12 einhergeht.

Innerhalb des ersten Hohlzylinders 11 und des zweiten Hohlzylinders 12 nimmt das Drehführungselement 10 ferner eine Druckfeder 13 auf, welche im Ausführungsbeispiel einen zur Vermeidung eines Ausknickens der Druckfeder 13 während der Axialbewegung vorgesehenen und fest in dem zweiten Hohlzylinder 12 konzentrisch verschraubten Dorn 14 umgibt und ihrerseits von einer Hülse 15 aufgenommen wird, die im zusammengebauten Zustand des Drehführungselementes 10 mit einer die Hülse 15 umschließenden weiteren Hülse (nicht dargestellt) ein vorzugsweise schmiermittel- und wartungsfreies Gleitlager bildet. Die Hülse 15 wird konzentrisch in dem ersten Hohlzylinder 11 verschraubt.

Der erste Hohlzylinder 11 wird über Gewindebohrungen 11b fest mit dem ein äußeres Blech bildenden Trägerelement 9 an den dort an entsprechenden Positionen vorgesehenen Gewindebohrungen 9a verschraubt und ist somit über das Trägerelement 9 an dem Rückhaltebügel 7 festgelegt, wohingegen der zweite Hohlzylinder 12 über Gewindebohrungen 12b an einem (in Fig. 2c angedeuteten) inneren Trägerblech 19 verschraubt ist.

Im Ausgangszustand, wenn das Verriegelungssystem 8 geschlossen ist und der Rückhaltebügel 7 sich in Sicherungsstellung befindet, ist die Druckfeder 13 innerhalb des Drehführungselementes 10 maximal gespannt. Beim Öffnen des Verriegelungssystems 8 öffnet der Rückhaltebügel 7 zunächst infolge der Wirkung der Federelemente 18, wie bereits vorstehend erläutert, seitlich nach Außen hin (im Ausführungsbeispiel um einen Winkel von  $5^\circ$ ). Nachdem die Federelemente 18 den Rückhaltebügel 7 seitlich etwas geöffnet haben, so dass

dieser teilweise über die Fahrzeugkontur herausragt, erfolgt infolge der Ankopplung des Rückhaltebügels 7 an das Fahrzeug über das Drehführungselement 10 und die von diesem aufgenommene Druckfeder 13 der bereits beschriebene Bewegungsablauf als Überlagerung aus der durch die Druckfeder 13 bewirkten Axialbewegung und der durch die Kugelrollenlagerung bewirkten Drehbewegung der Hohlzylinder 11 und 12 relativ zueinander bzw. der entsprechenden Schwenkbewegung des Rückhaltebügels 7. Durch den vorstehend beschriebenen Aufbau des Drehführungselementes 10 wird während dieser Bewegung zugleich eine effiziente Axialführung erreicht.

Während der Axialbewegung wird der Rückhaltebügel 7 kontinuierlich in den Bereich außerhalb der Kabinen- bzw. Fahrzeugkontur bewegt und so die Schwenkbewegung bis in die Freigabestellung ermöglicht, ohne dass der Rückhaltebügel 7 selbst bzw. daran angebrachte Anbauten wie Polster an der Kabinen- bzw. Fahrzeugkontur anstoßen.

Die Druckfeder 13 ist vorzugsweise so ausgelegt, dass die durch die Druckfeder 13 bewirkte und infolge des Drehführungselementes 10 mit einer Drehbewegung um die Elementachse überlagerte Schwenkbewegung bereits bei minimaler manueller Kraftausübung stattfindet, d.h. durch die Wirkung der Druckfeder 13 werden die auf den Rückhaltebügel 7 wirkende Schwerkraft sowie die auftretenden Reibungskräfte überwunden. Mit anderen Worten ist die Druckfeder 13 vorzugsweise so ausgelegt, dass sich zu jeder Zeit ein Kräftegleichgewicht zwischen der Federkraft einerseits und den zu überwindenden Gravitations- und Reibungskräften andererseits ergibt, der Rückhaltebügel 7 also von selbst praktisch immer stehen bleibt und nur ein minimales Nachhelfen zum Schwenken in die Freigabeposition notwendig ist. Hierzu kann die Druckfeder 13 insbesondere eine lineare oder leicht regressive Kennlinie aufweisen.

Des Weiteren ist die Druckfeder 13 vorzugsweise so ausgelegt, dass sie in der Freigabeposition entsprechenden und durch den Anschlag der Kugeln 16 innerhalb der Rollen 12a definierten Endstellung entspannt ist, wodurch Verschleißeffekte vermieden bzw. minimiert werden.

Es ist zu beachten, dass das Drehführungselement 10 bzw. die entsprechende Vorrichtung zur Kopplung zweier Bauteile aneinander nicht auf den Einsatz in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Fahrerschuttsystem beschränkt ist.

5 Vielmehr ist die durch das Drehführungselement 10 erzielte Wirkung, nämlich die Kombination einer definierten Drehbewegung bzw. Rotation um eine Achse mit einer axialen Bewegung bzw. Translation entlang dieser Achse, grundsätzlich auch für andere Anwendungen vorteilhaft einsetzbar, bei denen zwei beidseitig an dem Drehführungselement montierte, externe Bauteile (z.B. Hebel)  
10 nicht nur relativ zueinander um einen vorgebbaren Winkel verdreht werden sollen, sondern sich bei dieser Verdrehung zugleich auch in axialer aufeinander zu bewegen oder voneinander wegbewegen sollen.

Dabei stellt auch die Verwendung einer Druckfeder 13 zur Krafterzeugung in  
15 axialer Richtung bzw. Herbeiführung der Translationsbewegung nur eine von vielen Möglichkeiten dar. Alternativ kann beispielsweise die Krafterzeugung in axialer Richtung auch über eine geeignete Pneumatik oder Hydraulik erfolgen. Des Weiteren kann durch Variation der Geometrie des Drehführungselementes 10, insbesondere hinsichtlich der Steigung der durch die auf der Außenfläche  
20 des zweiten Hohlzylinders 12 befindlichen Rillen 12a beschriebenen Schraubenlinie einerseits und der axialen Ausdehnung des Drehführungselementes 10 andererseits, eine für die jeweilige Anwendung gewünschte Verknüpfung bzw. Übersetzung zwischen Rotations- und Translationsbewegung hergestellt werden. Auf diese Weise können neben dem erfindungsgemäß erzeugten  
25 Schwenkwinkel von im Wesentlichen  $90^\circ$  auch beliebige andere Schwenkwinkel (z.B. von  $180^\circ$  oder  $270^\circ$ ) eingestellt werden. Ferner kann den jeweiligen Anforderungen entsprechend auch eine Rotation um mehr als  $360^\circ$ , insbesondere auch um ein Vielfaches von  $360^\circ$ , ermöglicht werden.

30 Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 4a-d ist in dem Ausführungsbeispiel ferner die Schwenkachse der beschriebenen Schwenkbewegung, welche der Elementachse des Drehführungselementes 10 entspricht, gegenüber der Horizontalen um einen Winkel von etwa  $2.5^\circ$  aufwärts geneigt. Abhängig von den

konstruktiven Gegebenheiten kann auch ein abweichender Neigungswinkel, vorzugsweise im Bereich von  $2^\circ$  bis  $6^\circ$ , gewählt werden. Des Weiteren kann von einer Neigung auch ganz abgesehen werden.

Die Neigung der Schwenkachse gegenüber der Horizontalen kann gemäß Fig. 4d dadurch realisiert werden, dass der Hohlzylinder 11 in solcher Weise angeordnet wird, dass er mit seiner Zylinderachse zunächst unter einer Neigung von z.B.  $2.5^\circ$  zur Horizontalen angeordnet wird, die beiden Stirnflächen dann so „angeschnitten“ werden, dass sie parallel zueinander und zur Vertikalen verlaufen, und schließlich der Hohlzylinder 11 mit einer äußeren Abschrägung von  $5^\circ$  (siehe Fig. 4c) versehen wird. Alternativ kann auch ein Trägerblech mit einer Abknickung bzw. Abkantung um einen Winkel von  $5^\circ$  verwendet werden, wobei das Federblechelement dann an diesen abgekanteten Bereich angeschraubt wird.

Infolge der Aufwärtsneigung der Schwenkachse wird erreicht, dass die nach dem Lösen des Verriegelungssystems 8 zu Beginn der Aufwärtsbewegung des Rückhaltebügels 7 durch die Federelemente 18 bewirkte Öffnungsbewegung des Rückhaltebügels 7 aus der Fahrzeugkontur heraus (um im Beispiel  $5^\circ$  nach außen) zum Ende der Schwenkbewegung hin wieder kompensiert wird und ein ansonsten gegebenenfalls drohendes Anstoßen des Rückhaltebügels 7 an Hindernisse vermieden wird.

Wenngleich in der beschriebenen Ausführungsform die Translationsbewegung des Rückhaltebügels 7 quer zur Fahrzeuglängsrichtung gleichzeitig mit der Schwenkbewegung als kombinierte bzw. überlagerte Bewegung realisiert wird, ist die Erfindung nicht hierauf beschränkt. So kann gemäß einer alternativen Ausführungsform auch die Translationsbewegung unabhängig von der Schwenkbewegung erfolgen, indem etwa zunächst der Rückhaltebügel aus der Sicherungsstellung axial in Richtung der Schwenkachse versetzt und erst anschließend in die aufgerichtete Position bzw. Freigabestellung geschwenkt wird.

Wenn die Erfindung auch anhand spezieller Ausführungsformen beschrieben wurde, erschließen sich für den Fachmann zahlreiche Variationen und alternative Ausführungsformen, z.B. durch Kombination und/oder Austausch von Merkmalen einzelner Ausführungsformen. Dementsprechend versteht es sich für den Fachmann, dass derartige Variationen und alternative Ausführungsformen von der vorliegenden Erfindung mit umfasst sind, und die Reichweite der Erfindung nur im Sinne der beigefügten Patentansprüche und deren Äquivalente beschränkt ist.

10

Bezugszeichenliste:

15

20

25

30

- |     |                      |
|-----|----------------------|
| 1   | Fahrerschutzdach     |
| 2   | seitliche Öffnung    |
| 3   | vorderer Holm        |
| 4   | hinterer Holm        |
| 5   | oberer Querholm      |
| 6   | Fahrzeugsitz         |
| 7   | Rückhaltebügel       |
| 8   | Verriegelungssystem  |
| 9   | Trägerelement        |
| 9a  | Gewindebohrungen     |
| 10  | Drehführungselement  |
| 11  | erster Hohlzylinder  |
| 11a | Gewindebohrungen     |
| 12  | zweiter Hohlzylinder |
| 12a | Rillen               |
| 12b | Gewindebohrungen     |
| 13  | Druckfeder           |
| 14  | Dorn                 |
| 15  | Hülse                |
| 16  | Kugeln               |
| 17  | Schrauben            |
| 18  | Federelemente        |
| 19  | Trägerblech          |

Patentansprüche

1. Fahrerschutzesystem für ein Fahrzeug, mit
  - einem Rückhaltebügel (7), der zwischen einer Sicherungsstellung, in welcher der Rückhaltebügel (7) einen Fahrer gegen Herausfallen aus dem Fahrzeug sichert, und einer Freigabestellung, in welcher der Rückhaltebügel (7) ein Aussteigen des Fahrers aus dem Fahrzeug ermöglicht, um eine Schwenkachse schwenkbar ist;
  - wobei der Rückhaltebügel (7) in der Freigabestellung relativ zu der Sicherungsstellung in Richtung der Schwenkachse versetzt ist.
2. Fahrerschutzesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) in der Freigabestellung eine zumindest näherungsweise vertikale Position einnimmt.
3. Fahrerschutzesystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkbewegung des Rückhaltebügels (7) von der Sicherungsstellung in die Freigabestellung mit einem Schwenkwinkel von  $90^\circ \pm 20^\circ$ , insbesondere von  $90^\circ \pm 10^\circ$ , weiter insbesondere von genau  $90^\circ$ , erfolgt.
4. Fahrerschutzesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkachse quer zur Fahrzeuginnenraumrichtung verläuft.
5. Fahrerschutzesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) beim Verschwenken eine Bewegung in Richtung seiner Schwenkachse ausführt.
6. Fahrerschutzesystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass diese Bewegung durch ein Kraftübertragungselement unterstützt wird.
7. Fahrerschutzesystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-

durch gekennzeichnet, dass die Versetzung in Richtung der Schwenkachse bei der Überführung von der Sicherungsstellung in die Freigabe-  
stellung um eine Strecke von wenigstens 15mm, bevorzugt wenigstens  
30mm, weiter bevorzugt wenigstens 40mm erfolgt.

5

8. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkachse relativ zur Horizontalen in einem Winkel von  $0^\circ \pm 10^\circ$  angeordnet ist.

10

9. Fahrerschutzsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkachse relativ zur Horizontalen um einen Neigungswinkel geneigt ist, dessen Absolutbetrag wenigstens  $1^\circ$  ist und vorzugsweise im Bereich  $2^\circ$  bis  $6^\circ$  liegt.

15

10. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) an dem Fahrzeug derart angebracht ist, dass der Schwenkbewegung eine quer zur Fahrzeuglängsrichtung ausgerichtete Translationsbewegung des Rückhaltebügels (7) überlagert ist.

20

11. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Rückhaltebügel (7) in der Sicherungsstellung zumindest teilweise noch innerhalb der Fahrzeugkontur befindet.

25

12. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Rückhaltebügel (7) in der Freigabe-  
stellung vollständig außerhalb der Fahrzeugkontur befindet.

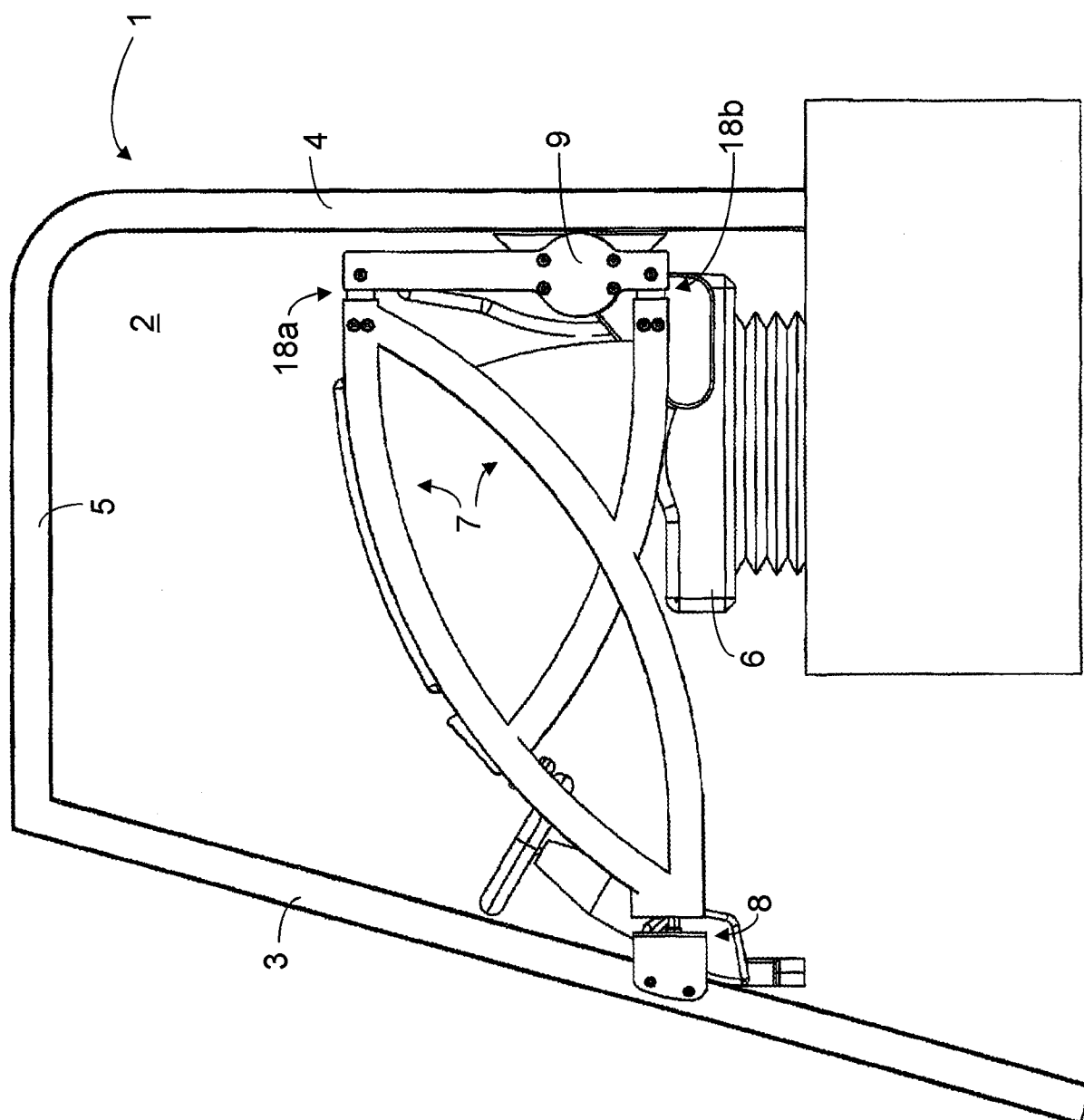
- 5 13. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Aussteigen des Fahrers eine seitliche Öffnung (2) am Fahrzeug vorgesehen ist, wobei sich der Rückhaltebügel (7) in der Sicherungsstellung in Fahrzeuglängsrichtung im Wesentlichen über die gesamte Ausdehnung dieser seitlichen Öffnung (2) auf Höhe des Rückhaltebügels (7) erstreckt.
- 10 14. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) in der Sicherungsstellung an einem Holm (3) des Fahrzeuges über ein Verriegelungssystem (8) lösbar gehalten wird.
- 15 15. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) an einem Holm (4) des Fahrzeuges mittels wenigstens eines Federelementes (18) angelenkt ist, welches in der Sicherungsstellung vorgespannt ist.
- 20 16. Fahrerschutzsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (18) ein Federstahlblech ist.
- 25 17. Fahrerschutzsystem nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) durch das Federelement (18) nach Lösen des Verriegelungssystems (8) aus einer in Fahrzeuglängsrichtung ausgerichteten Lage in eine zumindest teilweise seitwärts geöffnete Lage überführt wird.
- 30 18. Fahrerschutzsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Rückhaltebügel (7) in dieser zumindest teilweise seitwärts geöffneten Lage wenigstens teilweise noch innerhalb der Fahrzeugkontur befindet.
19. Fahrerschutzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) an dem Fahrzeug

über eine die Versetzung bzw. Bewegung des Rückhaltebügels (7) in Richtung der Schwenkachse bewirkende oder unterstützende Druckfeder (13) befestigt ist.

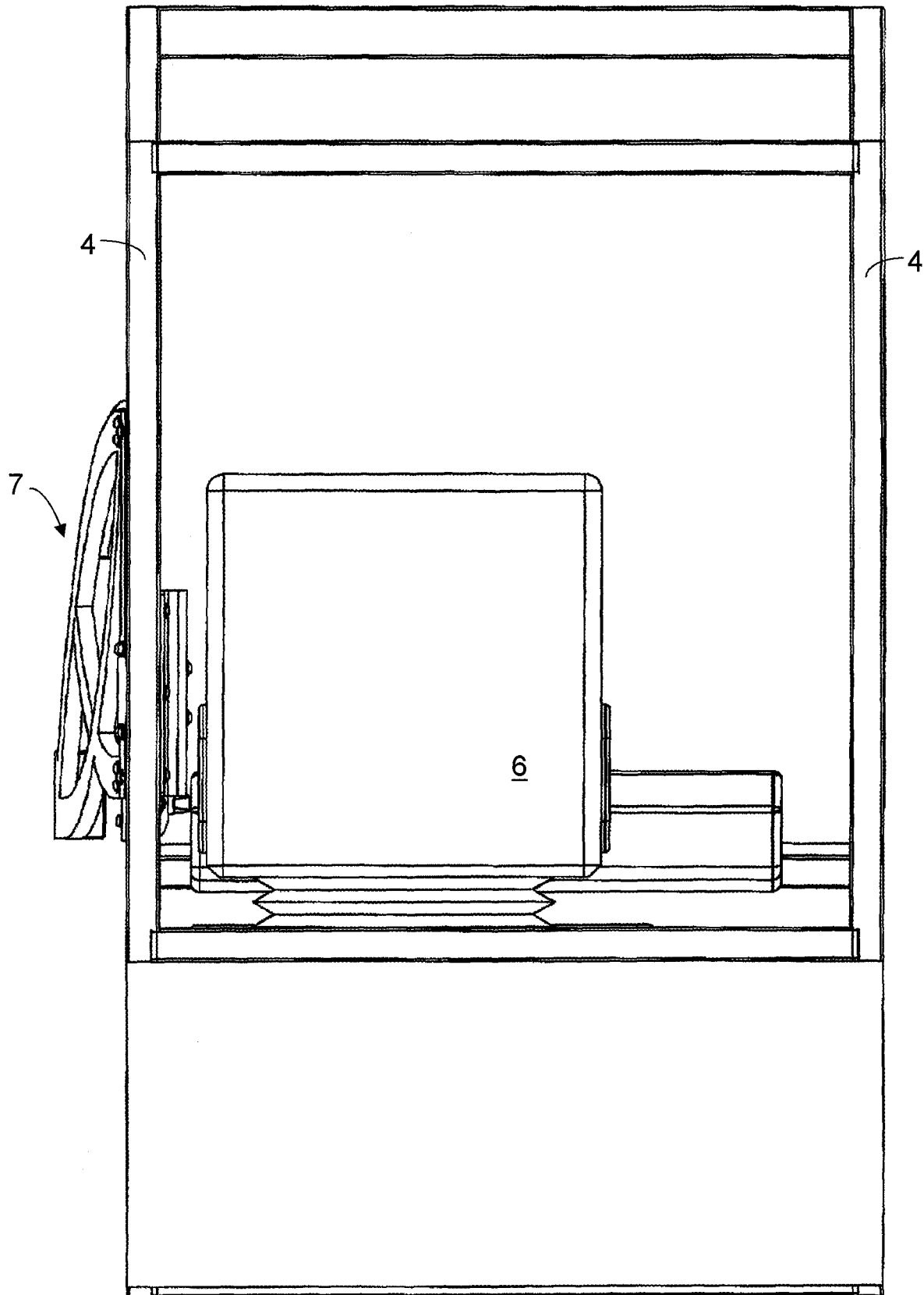
- 5           20.   Fahrerschuttsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltebügel (7) an dem Fahrzeug über ein Drehführungselement (10) befestigt ist, welches derart ausgelegt ist, dass es der Schwenkbewegung des Rückhaltebügels (7) eine Translationsbewegung des Rückhaltebügels (7) überlagert.
- 10           21.   Fahrerschuttsystem nach Anspruch 19 und 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehführungselement (10) die Druckfeder (13) aufnimmt.
- 15           22.   Vorrichtung zur Kopplung zweier Bauteile aneinander, insbesondere zur Verwendung in einem Fahrerschuttsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:
- einem ersten Teilelement zur Fixierung an einem ersten Bauteil; und
  - einem zweiten Teilelement zur Fixierung an einem zweiten Bauteil;
  - wobei das erste Teilelement und das zweite Teilelement derart miteinander in Wirkverbindung stehen, dass eine entlang einer Elementachse der Vorrichtung erfolgende Relativbewegung zwischen dem ersten Teilelement und dem zweiten Teilelement zwangsweise mit einer Verdrehung des ersten Teilelements und des zweiten Teilelementes relativ zueinander um die Elementachse einhergeht.
- 20           23.   Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Teilelement und das zweite Teilelement coaxial in Bezug auf eine gemeinsame Achse angeordnet sind.
- 25           24.   Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die gemeinsame Achse die Elementachse ist.
- 30           25.   Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet,

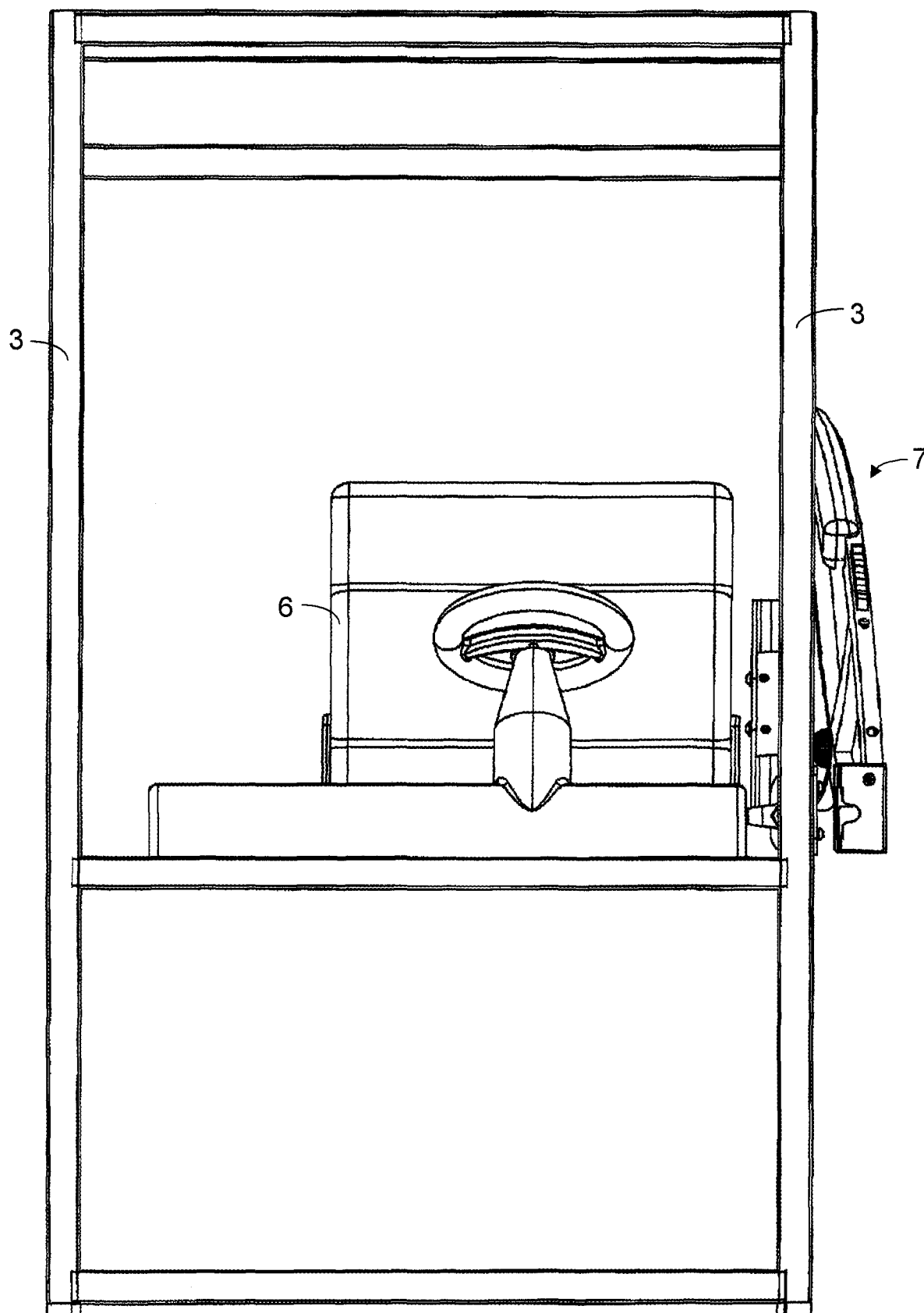
zeichnet, dass dieses ferner ein Kraftübertragungselement zur Übertragung einer die Relativbewegung bewirkenden Kraft auf das erste Teilelement und das zweite Teilelement aufweist.

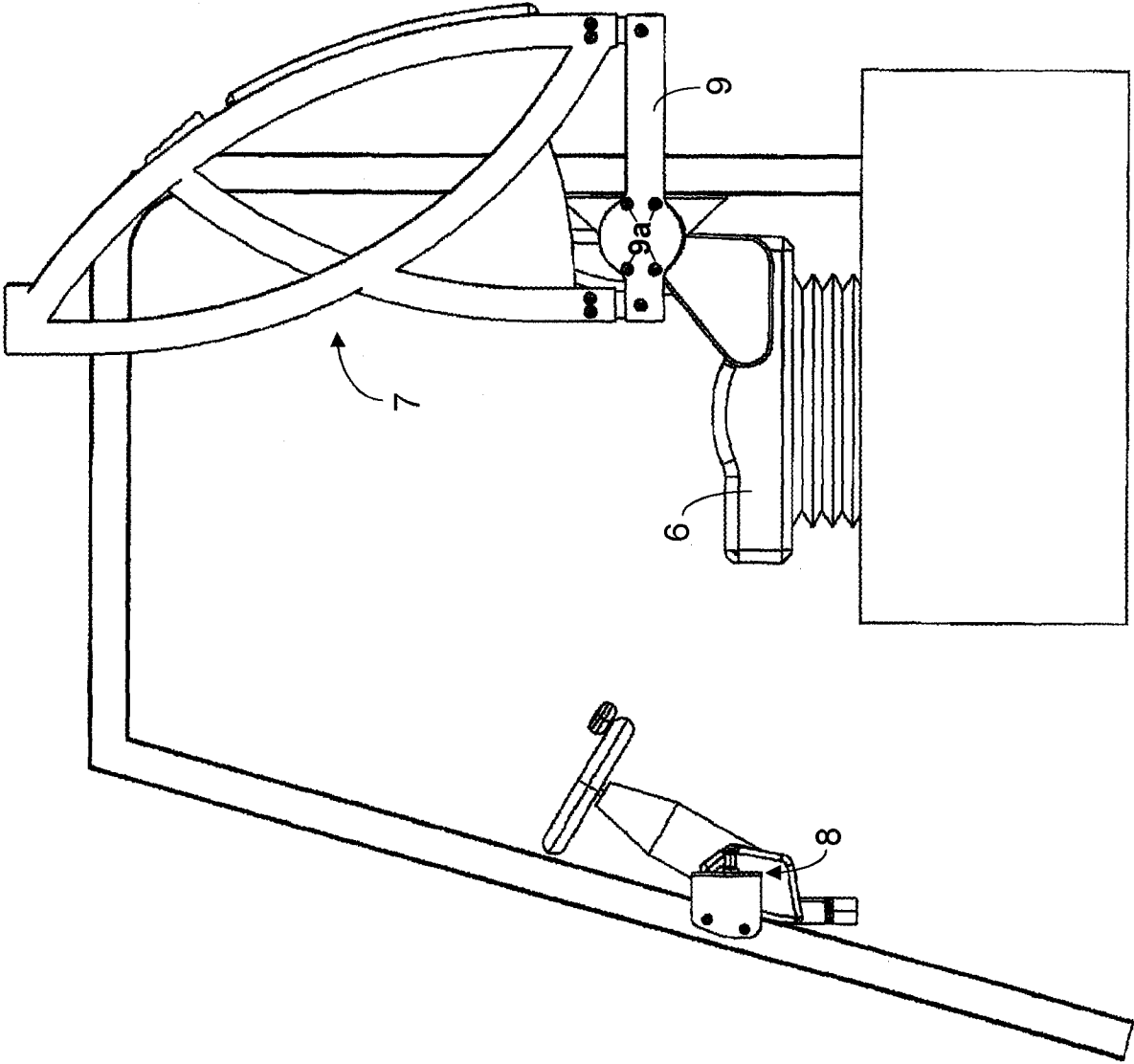
- 5        26.    Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftübertragungselement eine Druckfeder ist.
- 10       27.    Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Teilelement als ein erster Hohlzylinder (11) ausgebildet ist und das zweite Teilelement als ein zu dem ersten Hohlzylinder (11) konzentrisch gelagerter zweiter Hohlzylinder (12) ausgebildet ist.
- 15       28.    Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die konzentrische Lagerung des ersten Hohlzylinders (11) in Bezug auf den zweiten Hohlzylinder (12) über ein Kugellager erfolgt.
- 20       29.    Fahrzeug, insbesondere Gabelstapler, mit einem Fahrerschutzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 21 oder einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 28.



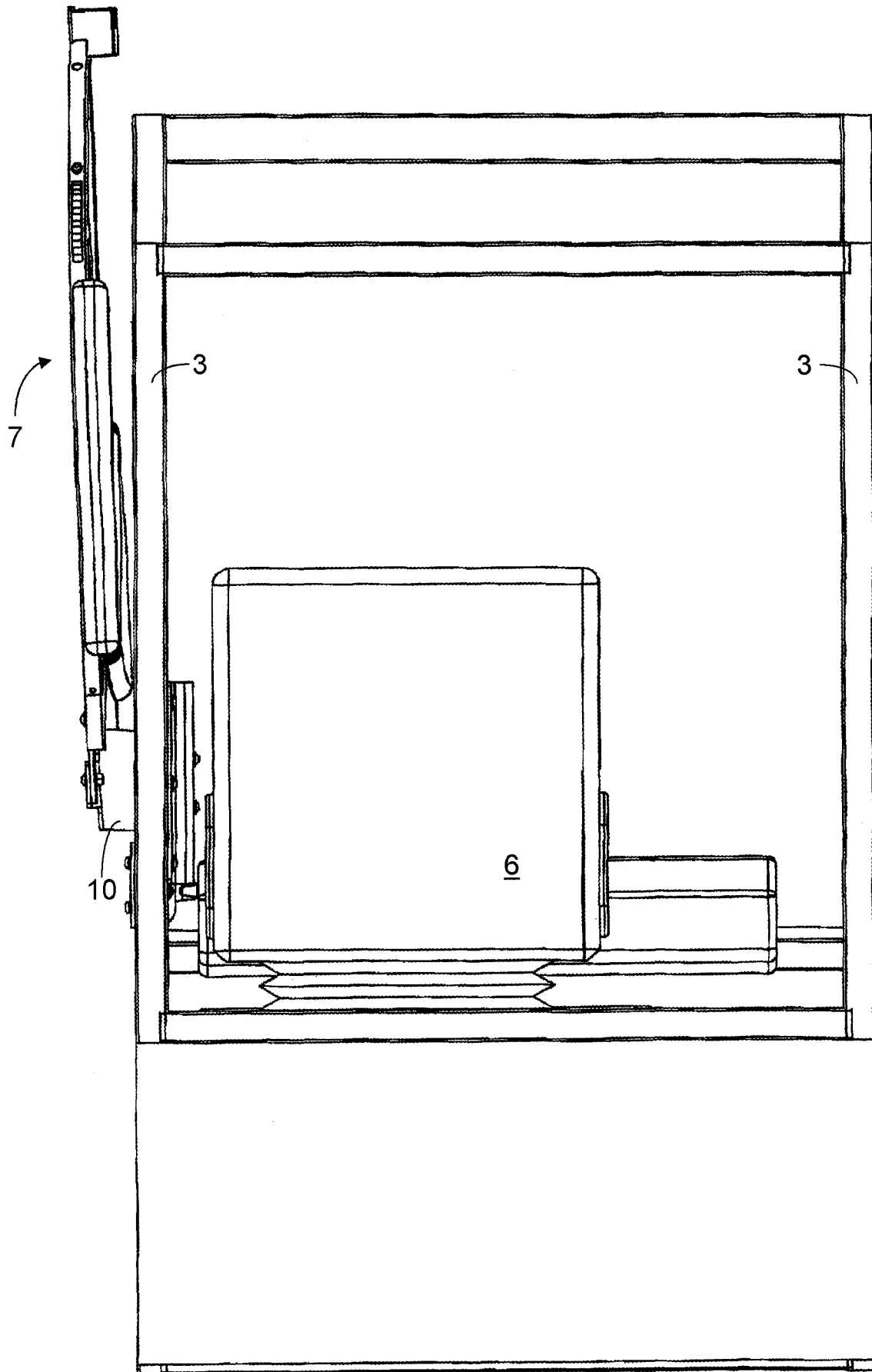
**Fig. 1a**

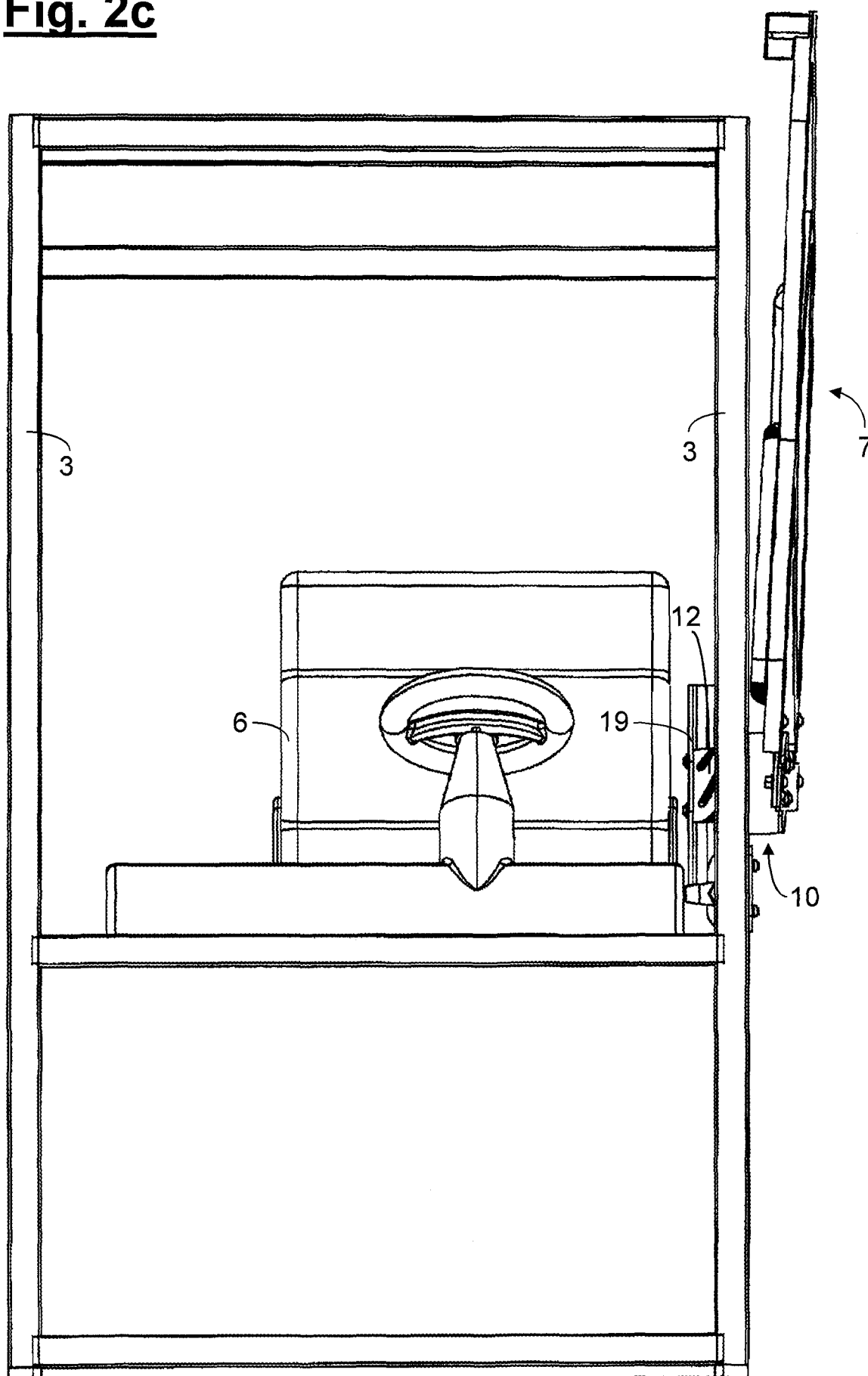
**Fig. 1b**

**Fig. 1c**

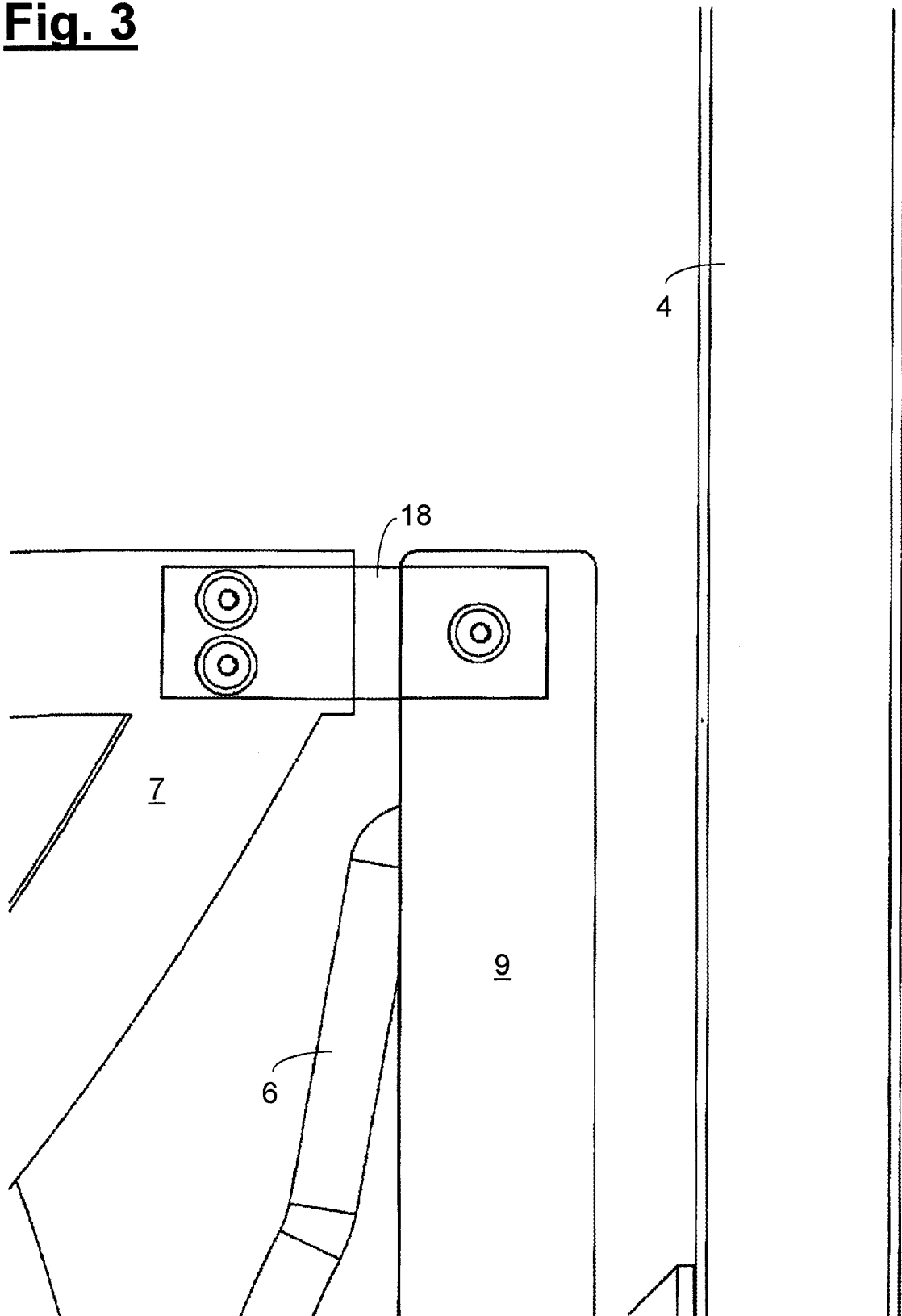


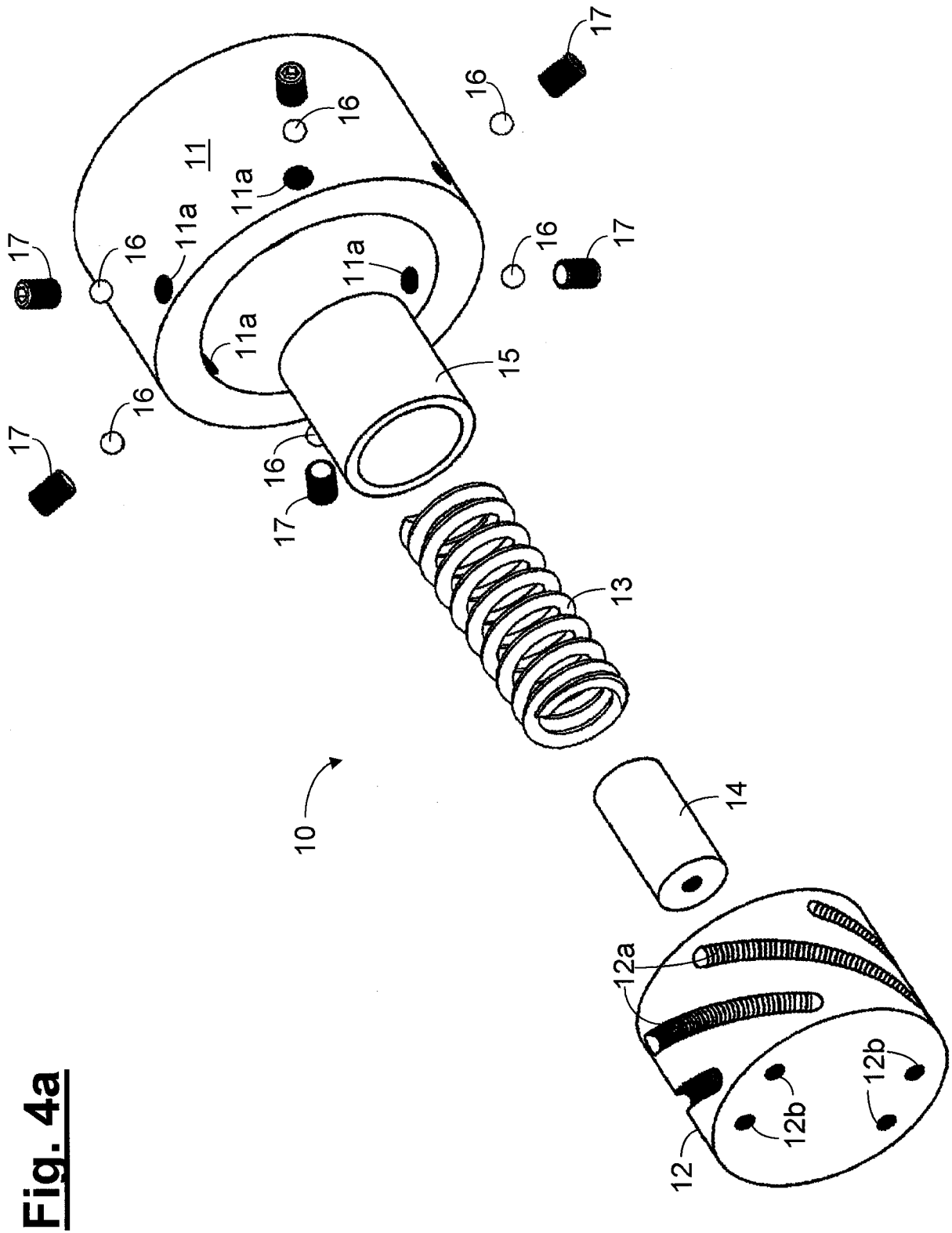
**Fig. 2a**

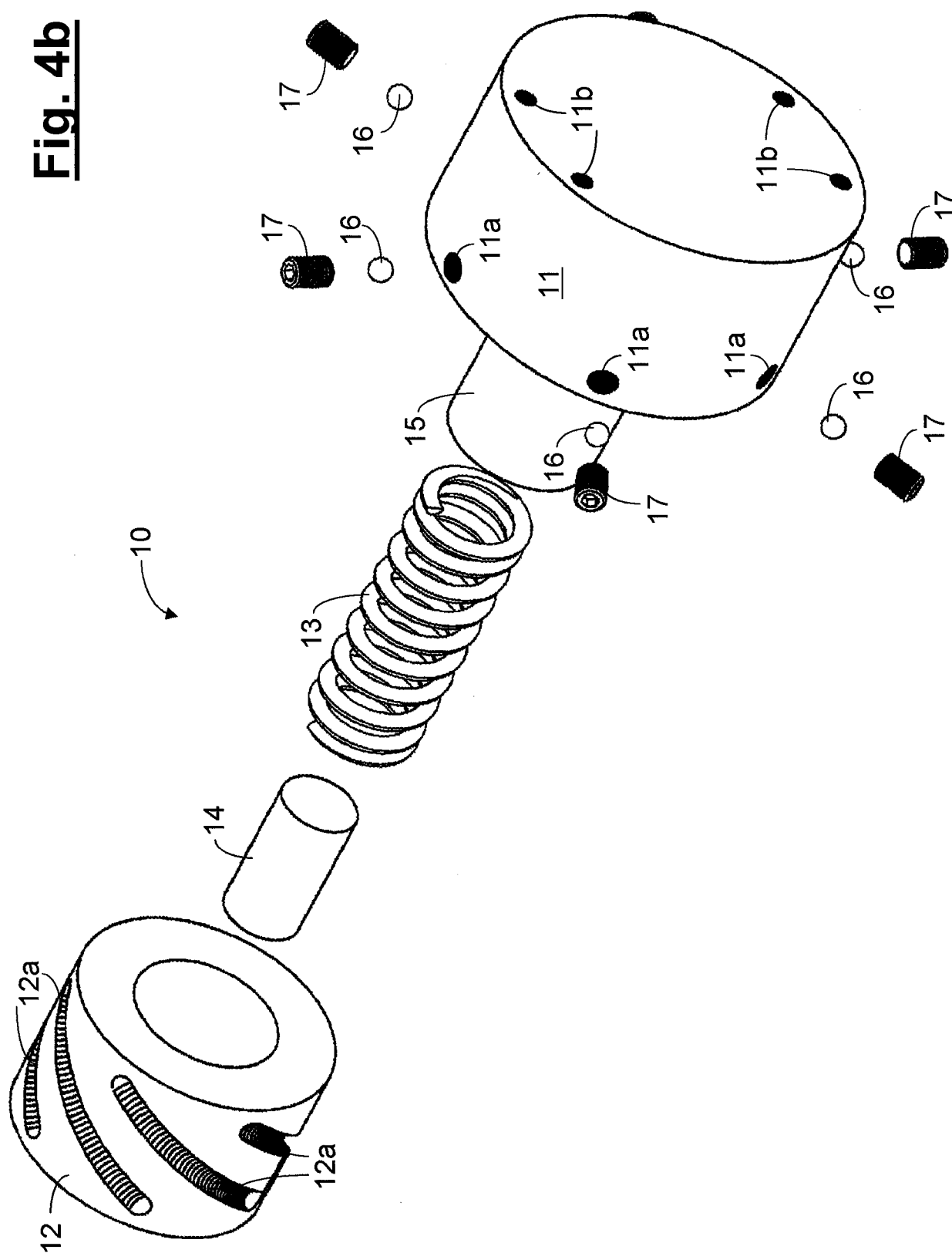
**Fig. 2b**

**Fig. 2c**

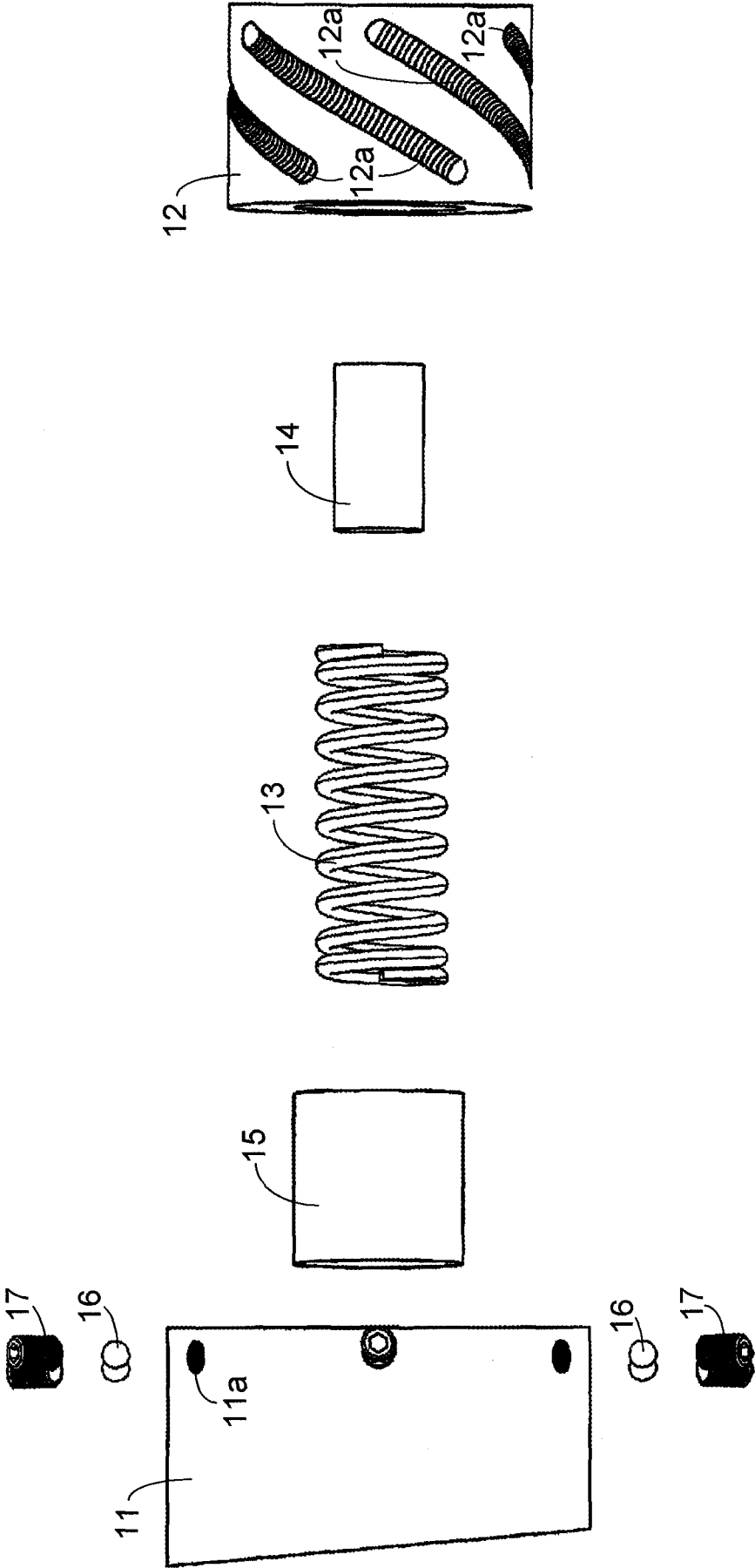
**Fig. 3**





**Fig. 4b**

**Fig. 4c**



**Fig. 4d**

